

04069274 **Image available**
VARIABLE POWER LENS OF SHORT OVERALL LENGTH

PUB. NO.: 05-060974 JP 5060974 A]
PUBLISHED: March 12, 1993 (19930312)
INVENTOR(s): MIHARA SHINICHI
APPLICANT(s): OLYMPUS OPTICAL CO LTD [000037] (A Japanese Company or
Corporation), JP (Japan)
APPL. NO.: 03-221699 [JP 91221699]
FILED: September 02, 1991 (19910902)
INTL CLASS: [5] G02B-015/16; G02B-013/18
JAPIO CLASS: 29.2 (PRECISION INSTRUMENTS -- Optical Equipment)
JOURNAL: Section: P, Section No. 1573, Vol. 17, No. 372, Pg. 37, July
13, 1993 (19930713)

ABSTRACT

PURPOSE: To obtain a variable power lens which consists of <=10 lenses and has a short overall length and a small front lens diameter and is small-sized and light-weight by specifying actual lens forms, arrangement, etc., in the paraxial arrangement of an image forming system and partially introducing an aspherical surface.

CONSTITUTION: A 3rd lens group consists of a positive lens formed by aspherical surfaces and a negative meniscus lens and satisfies conditions of inequalities I to V. In these inequalities, fW and fT are the focal distance of the whole of the system in the wide angle end and that in the telephoto end, and f_{(sub 34)S} is the resultant focal distance of 3rd and 4th lens groups at the time when the focal distance of the whole of the system is (fWfT)^{1/2} and the lens system is focused on an object point of infinity, and B_{(sub 4)T} is the power of the 4th lens group at the time of focusing on the object point of infinity in the telephoto end, and r_(sub 31) is the radius of curvature in the vicinity of the optical axis of the face nearest the object side of the 3rd lens group, and r_(sub 34) is the radius of curvature of the face nearest the image side of the 3rd lens group, and n_(sub 31) and n_(sub 34) are the refractive index of the medium of the positive lens and that of the negative lens in the 3rd lens group, and DIII is the distance between the face apex nearest the object side and that nearest the image side in the 3rd lens group.

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-60974

(43)公開日 平成5年(1993)3月12日

(51)Int.Cl.⁵
G 0 2 B 15/16
13/18

識別記号 庁内整理番号
8106-2K
8106-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全11頁)

(21)出願番号 特願平3-221699

(22)出願日 平成3年(1991)9月2日

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者 三原伸一
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号オリン
パス光学工業株式会社内

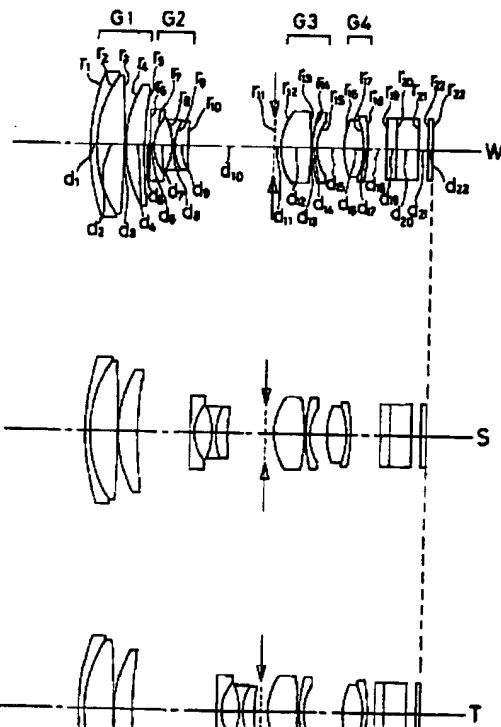
(74)代理人 弁理士 喜澤 弘 (外7名)

(54)【発明の名称】 全長の短い変倍レンズ

(57)【要約】

【目的】 レンズ構成枚数が10枚以下で、全長が極めて短く、前玉径の小さい、小型軽量、また、低コストな大口径比高変倍比の変倍レンズ。

【構成】 正の第1群G1と負の第2群G2とよりなる変倍系と、正で常時固定の第3群G3と正で変倍及び焦点位置調節のために可動の第4群G4とよりなる結像系とから構成された変倍レンズにおいて、その結像系の近軸配置と実際のレンズ形状や配列等の構成に工夫をしつつ、一部に非球面を導入することによって、構成枚数が10枚で、変倍比は8倍、広角端のF値、画角はそれぞれ1.4、54°でありながらも、全長はフィルター類挿入時でも10.2f_w程度と極めて短く、かつ、収差の良好な変倍レンズとなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有し変倍時に可動の第2レンズ群の2つの群からなる変倍系と、正の屈折力を有し常時固定の第3レンズ群、正の屈折力を有し変倍時及び焦点調節のために可動の第4レンズ群の2つの群からなる結像系とから構成され、第3レンズ群は、物体側から順に、物体側の面が強い収斂性を有し光軸から離れるに従*

$$(1) 0.45 < f_{34S} / (f_w f_t)^{1/2} < 0.9$$

$$(2) 0.18 < \beta_{4I} < 0.36$$

$$(3) 0.5 < r_{31} / \{ (n_{31}-1) (f_w f_t)^{1/2} \} < 1.0$$

$$(4) 0.4 < r_{34} / \{ (n_{34}-1) (f_w f_t)^{1/2} \} < 0.8$$

$$(5) 0.24 < D_{III} / (f_w f_t)^{1/2} < 0.5$$

ただし、 f_w 、 f_t はそれぞれ広角端、望遠端の全系の焦点距離、

f_{34S} は全系の焦点距離が $(f_w f_t)^{1/2}$ で無限遠物点合焦時の第3レンズ群、第4レンズ群の合成焦点距離、

β_{4I} は望遠端で無限遠物点合焦時の第4レンズ群の倍率、

r_{31} は第3レンズ群の最も物体側の面の光軸近傍での曲率半径、

r_{34} は第3レンズ群の最も像側の面の曲率半径、 n_{31} 、 n_{34} はそれぞれ第3レンズ群の正レンズと負レンズの媒質の屈折率、

D_{III} は第3レンズ群の最も物体側の面の面頂から最も像側の面の面頂までの距離、である。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、4群構成でリアフォーカスを用いた全長の短い大口径比高変倍比の変倍レンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】最近のビデオカメラの小型軽量化、低コスト化の進展は著しく、カムコーダー市場は大幅に活性化し、一般ユーザーに急速に普及しつつある。ビデオカメラは、主に、電気回路基板、アクチュエーター（メカ）系、そして、光学系からなっており、従来、特に電気系を中心に小型、低コスト化が進められてきたが、ここ最近になって撮像光学系の大幅な小型化が急進展している。撮像光学系の小型、低コスト化は、イメージャーの小型化技術、回転対象非球面加工技術、TTL自動合焦技術の進展を効果的に利用した新しいズーム（変倍）タイプの開発によってなされつつあるのが現状である。その新しいズームレンズの例として、特開昭62-24213号、特開昭62-178917号、特開昭62-215225号等があるが、小型、軽量化へのニーズは際限なく、特に、全長や前玉径のさらなる小型化へのニ

* って光軸近傍の曲率半径を有する球面に対して物体側への偏倚量が単調増加するような非球面で構成された正レンズと、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズとにて構成され、第4レンズ群は、非球面を有する両凸レンズと負メニスカスレンズにて構成されたレンズ系において、以下の条件を満足することを特徴とする全長の短い変倍レンズ：

※【0003】これら特開昭62-24213号、特開昭62-178917号、特開昭62-215225号においては、リアフォーカス方式やコンペンセーター群を絞りよりも後ろの群に配置する方式が用いられているが、この方式は、全長を短くしたり、前玉径を小さくするのに驚くべき潜在能力を秘めている。特に、特開昭62-178917号は、前記結像系に非球面を用いて構成枚数を大幅に削減し、しかも、収差補正も充分に行えることを示している。しかし、この小型化への能力が殆ど引き出されておらず、全長も前玉径も古典的レンズ構成と大差ない。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】すなわち、特開昭62-178917号のものは、正の屈折力を有する第1群、負の屈折力を有する第2群からなる変倍系と、非球面を有する正の単レンズのみからなり常時固定の第3

群、少なくとも1枚の負レンズを有し全体として2枚ないし3枚のレンズよりなり、変倍時及び被写体距離変化等による焦点位置調節のために可動の第4群からなる結像系とから構成されるものである。このように、コンペンセーターを兼ねたリアフォーカスや非球面を採用することにより、構成枚数を10枚以下に減らせ、それによつて余分なスペースを減らせるので、大幅に前玉径を小さくでき、かつ、全長も短くすることが可能となった。ところが、リアフォーカスにして第1群のパワーを強くしやすくなつたはずなのに、それがたいしてなされずじまいで、第2群のパワーも緩いままでいる。また、第3群が単玉になったことが災いして、ここで充分に光束を収斂させてほぼアフォーカルにして射出させることができず、第4群の焦点距離も長くせざるを得ず、バックフォーカスを短くできないままとなっており、全長、前玉径等が充分小型化されていない。

【0005】本発明は、以上の点に鑑みてなされたもので、その目的は、正の屈折力を有する第1群と負の屈折力を有する第2群とよりなる変倍系と、正の屈折力を有し常時固定の第3群と正の屈折力を有し変倍時及び焦點

構成された変倍レンズの各群の適切な近軸配置の設定、さらには、第3群、第4群のレンズ構成を工夫することにより、レンズ構成枚数が10枚以下で、全長が極めて短く、前玉径の小さい、小型軽量、また、低成本な大口径比高変倍比の変倍レンズを提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の全長の短い変倍レンズは、前記目的を達成するために、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有し変倍時に可動の第2レンズ群の2つの群からなる変倍系と、正の屈折力を有し常時固定の第3レンズ群、正の屈折力を有し変倍時及び焦点調節のために可動の第4レンズ群の2つの群からなる結像系とから構成され、第3*

$$(1) \quad 0.45 < f_{34S} / (f_w f_t)^{1/2} < 0.9$$

$$(2) \quad 0.18 < \beta_{4T} < 0.36$$

$$(3) \quad 0.5 < r_{31} / \{ (n_{31}-1) (f_w f_t)^{1/2} \} < 1.0$$

$$(4) \quad 0.4 < r_{34} / \{ (n_{34}-1) (f_w f_t)^{1/2} \} < 0.8$$

$$(5) \quad 0.24 < D_{III} / (f_w f_t)^{1/2} < 0.5$$

ただし、 f_w 、 f_t はそれぞれ広角端、望遠端の全系の焦点距離、 f_{34S} は全系の焦点距離が $(f_w f_t)^{1/2}$ で無限遠物点合焦時の第3レンズ群、第4レンズ群の合成焦点距離、 β_{4T} は望遠端で無限遠物点合焦時の第4レンズ群の倍率、 r_{31} は第3レンズ群の最も物体側の面の光軸近傍での曲率半径、 r_{34} は第3レンズ群の最も像側の面の曲率半径、 n_{31} 、 n_{34} はそれぞれ第3レンズ群の正レンズと負レンズの媒質の屈折率、 D_{III} は第3レンズ群の最も物体側の面の面頂から最も像側の面の面頂までの距離、である。

【0008】

【作用】以下、本発明の各条件の意味と作用について説明する。本発明の構成上のポイントは、第3レンズ群の最も像側に、像側の面に強い発散性を有する負レンズを配し、さらに、第3レンズ群の最も物体側の面に強い収斂性を持たせることによって、フォーカシング性能を悪化させることなく、前記第3レンズ群と第4レンズ群にて合成されている結像系の共役距離（コンジュゲート）を大幅に短縮し、変倍レンズ全長を短くした点にある。

【0009】リアーフォーカス方式を採用する場合、フォーカシング時の収差変動を実用上問題とならないレベルまで小さくするために、第3レンズ群からの射出光束は略々アフォーカルにするのがよい。一方、第4レンズ群の焦点距離が短い程、全体のバックフォーカス長は短くなり、全長を短くすることができることになる。

【0010】ここで、第1レンズ群から第3レンズ群までにより形成されるアフォーカル部の倍率を β_A 、第4レンズ群の焦点距離を f_{IV} とするとき、全系の焦点距離 f は、 $f = \beta_A f_{IV}$ となるが、 f_{IV} を小さくするには β_A を大きくすればよいことが判る。一方、 β_A は、第1

*レンズ群は、物体側から順に、物体側の面が強い収斂性を有し光軸から離れるに従って光軸近傍の曲率半径を有する球面に対して物体側への偏倚量が単調増加するような非球面で構成された正レンズと、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズとにて構成され、第4レンズ群は、非球面を有する両凸レンズと負メニスカスレンズにて構成されたレンズ系において、前記第3レンズ群と第4レンズ群にて合成されている結像系の共役距離（コンジュゲート）をさらに短くすることにより、全長を短くしたことと特徴としており、そのために、以下の条件を満足することを特徴とするものである。

【0007】

10 ことを特徴としており、そのために、以下の条件を満足することを特徴とするものである。

※ β_{II} 、第3レンズ群の焦点距離を f_{III} とするとき、

$$20 \quad \beta_A - f_I \beta_{II} / f_{III}$$

となる。ところで、 f_I と β_{II} は f_I を小さくすると β_{II} が大きくなる傾向にあるので、 β_A を大きくするために f_{III} の値を小さくすることを考える。 f_{III} を小さくすれば、第3レンズ群の主点をそれだけ前記変倍部による像点に近くせざるを得ず、そのために、第2レンズ群と第3レンズ群の機械的干渉が発生しやすくなる。そこで、第3レンズ群の主点がレンズのある位置よりも第2レンズ群側に位置するように、第3レンズ群を構成すればよい。つまり、物体側（第2レンズ群側）から順

30 に、物体側の面が強い曲率の正レンズと像側の面が強い曲率の負レンズの合計2枚（従来例は、正レンズ1枚のみであったため、主点を第2群側に出すには限界があった。その実施例のように、強い曲率の正メニスカスレンズとせざるを得ず、収差補正上好ましくなかった。）で構成し、強いパワーとなる正レンズの物側の面をレンズ周辺部へ行くに従って曲率が単調に減少するような非球面にて構成することで、特に球面収差の発生を抑制することができる。第4レンズ群も、前記のとおりパワーが強くなり、特に軸外光線高が高いので、コマ収差発生を抑制するために、物体側の面をレンズ周辺部へ行くに従って曲率が単調に減少するような非球面にて構成した正の単レンズとしている。なお、前記アフォーカルは厳密でなくてもよく、フォーカシング時の収差変動が許容できる範囲内でやや収斂光束とした方が、よりバックフォーカスを短くでき、レンズ系全長を短くすることができるので、 f_{III} のみを規定するのではなく、第3レンズ群と第4レンズ群の合成焦点距離と第4群の倍率を条件(1)、(2)のように規定するのが望ましい。

【0011】

5

$$(2) \quad 0.18 < \beta_{4T} < 0.36$$

ここで、条件(1)の下限を越えると、第2レンズ群と第3レンズ群の機械的干渉が発生しやすく、好ましくなく、その上限を越えると、全長が短くならず、本発明の目的を達成し得ない。条件(2)の下限を越えると、バックフォーカスを短くする上で有利ではなくなり、その上限を越えると、第4レンズ群の焦点調節能力が低くなる*

$$(3) \quad 0.5 < r_{31} / \{ (n_{31}-1) (f_w f_t)^{1/2} \} < 1.0$$

$$(4) \quad 0.4 < r_{34} / \{ (n_{34}-1) (f_w f_t)^{1/2} \} < 0.8$$

$$(5) \quad 0.24 < D_{III} / (f_w f_t)^{1/2} < 0.5$$

ここで、条件(3)、(4)の下限を越えると、第3レンズ群の主点のみがより一層第2レンズ群に近づき、第3レンズ群の焦点距離を短くしても、第2レンズ群との機械的干渉は発生し難いが、非球面を導入しても球面収差の補正に限界が生じる。一方、それらの上限値を越えると、前記機能的干渉が発生しやすくなり、第3レンズ群の焦点距離を長くせざるを得ない。ところで、第3レンズ群の最も物体側の収斂面と最も像側の発散面の間隔は大きい方が、 r_{31} 、 r_{34} を小さくせずに第3レンズ群の主点を第2レンズ群に近づけやすいので、好ましいが、この間隔があまり大きいと、逆に、リレー部(第3レンズ群と第4レンズ群の合成系)の全長が長くなり、かえって本発明の目的にそぐわなくなる。条件(5)はそのことを規定した条件である。

【0013】さらに、リレー部の全長を短くするには、第3レンズ群と第4レンズ群間の空気間隔を極力短くするのがよい。この空気間隔は、変倍や物点移動に伴う焦点調節のために、第4レンズ群が動くスペースとして用いられるものである。これを極力短くするには、第4レンズ群の移動量を小さくするように各群のパワー配置をするのが理想であるが、現実には、後述の変倍部の第2レンズ群の倍率を多少大きい側に設定したりする関係上、移動量は多少大きくなる。そこで、条件(6)を設定する。

$$(6) \quad 0.25 < D_{34T} / (f_w f_t)^{1/2} < 0.5$$

$$(7) \quad 0.25 < |f_{II}| / (f_w f_t)^{1/2} < 0.5$$

$$(8) \quad 0.2 < |\beta_{IIS}| f_w / (f_w f_t)^{1/2} < 0.4$$

ここで、 f_{II} は第2レンズ群の焦点距離、 β_{IIS} は全系の焦点距離 f が $f = (f_w f_t)^{1/2}$ で無限遠物点合焦時の第2レンズ群の倍率である。

【0017】次に、第1レンズ群、第2レンズ群の総厚について考える。当然のことながら、これらを共に薄くするものがよい。ところで、これらを薄くすると、単純に全長が縮まるばかりではなく、第2レンズ群の移動スペースを少なくした分と合わせて、入射瞳位置を浅くすることができ、前玉径の縮小化に寄与できる。そして、径が小さくなった分、第1レンズ群のパワーを増大させたり又は薄くすることも可能となる。以上のことから、条件(9)、(10)を満たすのが望ましい。

6

*り、多くの移動量のためにスペースを要し、小型化に反すると同時に、変倍時、フォーカシング時の収差変動が大きくなる。以上の理由で、条件(1)、(2)の上下限を設定した。

【0012】また、上記機能的干渉については、以下の条件(3)～(5)を満たすことで、発生し難くすることができる。

$$(3) \quad 0.5 < r_{31} / \{ (n_{31}-1) (f_w f_t)^{1/2} \} < 1.0$$

$$(4) \quad 0.4 < r_{34} / \{ (n_{34}-1) (f_w f_t)^{1/2} \} < 0.8$$

$$(5) \quad 0.24 < D_{III} / (f_w f_t)^{1/2} < 0.5$$

※ここで、 D_{34T} は望遠端で無限遠物点合焦時の第3レンズ群と第4レンズ群間の軸上空気間隔である。

【0014】条件(6)の上限を越えると、全長が長くなりやすく、その下限を越えると、第2レンズ群のパワーを強くする必要が出てくる。

【0015】次に、第1レンズ群、第2レンズ群にて形成される変倍部を短くすることを考える。これは、第1レンズ群の径を小さくすることにも効果がある。変倍部の全長は、第1レンズ群の総厚、第2レンズ群の総厚、

20 そして、第2レンズ群の移動スペースにより決まる。まず、第2レンズ群の移動スペースを少なくすることを考える。その方法として、(i) 第2レンズ群の焦点距離を短くする、(ii) 第2レンズ群の倍率を大きくする、ことがあげられる。効果としては、(ii)の方が大きい。しかし、(ii)を実現するには、第1レンズ群のパワーワーを強くしなくてはならないこと、第2レンズ群が等倍を越えると第3レンズ群が減倍し始め、増倍効果を打ち消すこと、第4レンズ群の軌跡が望遠側で急峻となるため第4レンズ群の移動スペースをフォーカシングも含めて多く要するようになることの理由により、第2レンズ群の倍率をあまり高くすることもできない。したがつて、両者をバランスよく実施していくのがよい。そのため、条件(7)、(8)を満たすようにするのが望ましい。

30 【0016】

$$\star (9) \quad 0.35 < D_I / (f_w f_t)^{1/2} < 0.7$$

$$(10) \quad 0.27 < D_{II} / (f_w f_t)^{1/2} < 0.54$$

40 ここで、 D_I は第1レンズ群の最も物体側の面の面頂から最も像側の面の面頂までの距離、 D_{II} は第2レンズ群の最も物体側の面の面頂から最も像側の面の面頂までの距離である。

【0019】以上の条件(7)の下限値を越えると、変倍による収差変動が大きくなりやすく、その上限を越えると、第2レンズ群の移動量が大きくなりやすいか、又は、第4レンズ群の移動スペースを多く要するようになり、好ましくない。条件(8)については、その下限値を越えると、移動量の割合変倍数が大きくなり、

り、第1レンズ群のパワーが強くなりすぎ、望遠端の収差が悪化しやすい。条件(9)、(10)については、それらの下限値を越えると、正レンズの縁肉の確保が難しいか又はパワーを弱めて全長を長くしてしまうことになり、それらの上限値を越えると、変倍部の全長が長くなりやすいばかりでなく、第1レンズ群の径をも大きくなってしまう。

【0020】

【実施例】次に、本発明のズームレンズの実施例1、2について説明する。各実施例のレンズデータは後に示すが、実施例1及び2の広角端(W)、標準状態(S)、望遠端(T)におけるレンズ断面をそれぞれ図1、図2に示す。

【0021】第1レンズ群G1は、何れの実施例においても、物体側より順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸レンズとの貼り合わせレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの合計3枚からなり、第2レンズ群G2は、実施例1は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとの貼り合わせレンズの2群3枚よりなり、実施例2は、物体側から順に、両凹レンズと、両凹レンズと物体側に凸*

$x = (y^2/r) / [1 + \{1 - P(y^2/r^2)\}^{1/2}] + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8$
ただし、rは近軸曲率半径、Pは円錐係数、A4、A6、A8は非球面係数である。

【0024】実施例1

$r_1 = 36.7641$	$d_1 = 0.9000$	$n_{d1} = 1.84666 \nu_{d1} = 23.78$
$r_2 = 21.6262$	$d_2 = 5.2000$	$n_{d2} = 1.56873 \nu_{d2} = 63.16$
$r_3 = -342.4667$	$d_3 = 0.1500$	$n_{d3} = 1.60311 \nu_{d3} = 60.70$
$r_4 = 20.4358$	$d_4 = 3.6000$	$n_{d4} = 1.77250 \nu_{d4} = 49.66$
$r_5 = 89.9418$	$d_5 = (\text{可変})$	$n_{d5} = 1.48749 \nu_{d5} = 70.20$
$r_6 = 627.3688$	$d_6 = 0.8000$	$n_{d6} = 1.84666 \nu_{d6} = 23.78$
$r_7 = 6.9069$	$d_7 = 3.2000$	$n_{d7} = 1.67790 \nu_{d7} = 55.33$
$r_8 = -11.2525$	$d_8 = 0.7000$	$n_{d8} = 1.84666 \nu_{d8} = 23.78$
$r_9 = 9.6531$	$d_9 = 2.3000$	$n_{d9} = 1.67790 \nu_{d9} = 55.33$
$r_{10} = 40.7966$	$d_{10} = (\text{可変})$	$n_{d10} = 1.84666 \nu_{d10} = 23.78$
$r_{11} = \infty (\text{絞り})$	$d_{11} = 1.4000$	$n_{d11} = 1.51633 \nu_{d11} = 64.15$
$r_{12} = 8.5945 (\text{非球面})$	$d_{12} = 5.6251$	$n_{d12} = 1.54771 \nu_{d12} = 62.83$
$r_{13} = -54.1689$	$d_{13} = 0.1500$	$n_{d13} = 1.48749 \nu_{d13} = 70.20$
$r_{14} = 20.7894$	$d_{14} = 0.8000$	
$r_{15} = 8.0407$	$d_{15} = (\text{可変})$	
$r_{16} = 11.6746 (\text{非球面})$	$d_{16} = 3.8000$	
$r_{17} = -12.5493$	$d_{17} = 0.8000$	
$r_{18} = -24.9166$	$d_{18} = (\text{可変})$	
$r_{19} = \infty$	$d_{19} = 1.6000$	
$r_{20} = \infty$	$d_{20} = 4.4000$	
$r_{21} = \infty$	$d_{21} = 1.8100$	
$r_{22} = \infty$	$d_{22} = 0.6000$	
$r_{23} = \infty$		

*面を向けた正メニスカスレンズとの貼り合わせレンズの2群3枚よりなり、第3レンズ群G3は、何れの実施例も、物体側の面の方が強い曲率の両凸レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの2枚からなり、第4レンズ群G4は、実施例1は、両凸レンズと負メニスカスレンズの貼り合わせレンズからなり、実施例2は、負メニスカスレンズと両凸レンズの貼り合わせレンズからなる。

【0022】非球面については、実施例1が、第3レンズ群G3の最も物体側の面と、第4レンズ群G4の最も物体側の面の2面に用いており、実施例2においては、第3レンズ群G3の最も物体側の面と、第4レンズ群G4の最も像側の面の2面に用いている。また、各実施例の第19面から第23面は、フィルター等の光学部材を示す。

【0023】なお、以下において、記号は、上記の外、fは全系の焦点距離、FN0はFナンバー、ωは半画角、r1、r2…は各レンズ面の曲率半径、d1、d2…は各レンズ面間の間隔、n_{d1}、n_{d2}…は各レンズのd線の屈折率、ν_{d1}、ν_{d2}…は各レンズのアッペ数であり、また、非球面形状は、光軸方向をx、光軸に直交する方向をyとした時、次の式で表される。

$$x = (y^2/r) / [1 + \{1 - P(y^2/r^2)\}^{1/2}] + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8$$

$$\ast f = 6.180 \sim 16.963 \sim 46.560$$

$$F_{N0} = 1.43 \sim 1.53 \sim 2.09$$

$$\ast \omega = 27.0 \sim 10.5 \sim 3.9^\circ$$

<i>f</i>	6.180	16.963	46.560
<i>d</i> ₆	1.000	9.689	15.757
<i>d</i> ₁₀	15.757	7.069	1.000
<i>d</i> ₁₅	5.064	3.200	7.299
<i>d</i> ₁₈	3.736	5.599	1.500

非球面係数

第12面

P = 1

*

<i>r</i> ₁ = 34.0391	<i>d</i> ₁ = 0.9000	<i>n</i> _{d1} = 1.84666 <i>v</i> _{d1} = 23.78
<i>r</i> ₂ = 20.6946	<i>d</i> ₂ = 5.2000	<i>n</i> _{d2} = 1.56873 <i>v</i> _{d2} = 63.16
<i>r</i> ₃ = -2729.7316	<i>d</i> ₃ = 0.1500	
<i>r</i> ₄ = 22.1731	<i>d</i> ₄ = 3.6000	<i>n</i> _{d3} = 1.60311 <i>v</i> _{d3} = 60.70
<i>r</i> ₅ = 115.8380	<i>d</i> ₅ = (可変)	
<i>r</i> ₆ = -757.7591	<i>d</i> ₆ = 0.8000	<i>n</i> _{d4} = 1.77250 <i>v</i> _{d4} = 49.66
<i>r</i> ₇ = 7.4251	<i>d</i> ₇ = 3.1000	
<i>r</i> ₈ = -11.9281	<i>d</i> ₈ = 0.7000	<i>n</i> _{d5} = 1.48749 <i>v</i> _{d5} = 70.20
<i>r</i> ₉ = 9.7645	<i>d</i> ₉ = 2.2000	<i>n</i> _{d6} = 1.84666 <i>v</i> _{d6} = 23.78
<i>r</i> ₁₀ = 33.7506	<i>d</i> ₁₀ = (可変)	
<i>r</i> ₁₁ = ∞ (絞り)	<i>d</i> ₁₁ = 1.4000	
<i>r</i> ₁₂ = 8.9543(非球面)	<i>d</i> ₁₂ = 4.9108	<i>n</i> _{d7} = 1.67790 <i>v</i> _{d7} = 55.33
<i>r</i> ₁₃ = -295.3634	<i>d</i> ₁₃ = 0.1500	
<i>r</i> ₁₄ = 19.8561	<i>d</i> ₁₄ = 0.8000	<i>n</i> _{d8} = 1.84666 <i>v</i> _{d8} = 23.78
<i>r</i> ₁₅ = 9.4738	<i>d</i> ₁₅ = (可変)	
<i>r</i> ₁₆ = 9.6299	<i>d</i> ₁₆ = 0.8000	<i>n</i> _{d9} = 1.84666 <i>v</i> _{d9} = 23.78
<i>r</i> ₁₇ = 6.4176	<i>d</i> ₁₇ = 4.3000	<i>n</i> _{d10} = 1.67790 <i>v</i> _{d10} = 55.33
<i>r</i> ₁₈ = -69.3842(非球面)	<i>d</i> ₁₈ = (可変)	
<i>r</i> ₁₉ = ∞	<i>d</i> ₁₉ = 1.6000	<i>n</i> _{d11} = 1.51633 <i>v</i> _{d11} = 64.15
<i>r</i> ₂₀ = ∞	<i>d</i> ₂₀ = 4.4000	<i>n</i> _{d12} = 1.54771 <i>v</i> _{d12} = 62.83
<i>r</i> ₂₁ = ∞	<i>d</i> ₂₁ = 1.8100	
<i>r</i> ₂₂ = ∞	<i>d</i> ₂₂ = 0.6000	<i>n</i> _{d13} = 1.48749 <i>v</i> _{d13} = 70.20
<i>r</i> ₂₃ = ∞		

ズーム間隔

<i>f</i>	6.180	16.963	46.560
<i>d</i> ₆	1.000	9.888	16.338
<i>d</i> ₁₀	16.338	7.450	1.000
<i>d</i> ₁₅	5.193	3.200	7.132
<i>d</i> ₁₈	3.439	5.432	1.500

※第12面

P = 1

40	<i>A</i> ₄ = -0.16512 × 10 ⁻³
	<i>A</i> ₆ = -0.29135 × 10 ⁻⁶
	<i>A</i> ₈ = -0.22075 × 10 ⁻⁷

第18面

P = 1

<i>A</i> ₄ = 0.24808 × 10 ⁻³
<i>A</i> ₆ = 0.36334 × 10 ⁻⁵
<i>A</i> ₈ = -0.45678 × 10 ⁻⁷

【0026】以上の実施例1、2の広角端(W)、標準状態(S)、望遠端(T)における球面収差、非点収

11

をそれぞれ図3、図4の収差図に示す。

【0027】また、各実施例の前記した条件(1)～*

12

*(10)の値を次の表に示す。

	実施例1	実施例2
(1)	0.7090	0.6903
(2)	0.275	0.264
(3)	0.7474	0.7787
(4)	0.5599	0.6596
(5)	0.3876	0.3455
(6)	0.4303	0.4204
(7)	0.3967	0.4034
(8)	0.3213	0.3064
(9)	0.5807	0.5807
(10)	0.4127	0.4009

【0028】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の変倍レンズは、正の屈折力を有する第1レンズ群と負の屈折力を有する第2レンズ群とよりなる変倍系と、正の屈折力を有し常時固定の第3レンズ群と正の屈折力を有し変倍及び焦点位置調節のために可動の第4レンズ群とよりなる結像系とから構成された変倍レンズにおいて、その結像系の近軸配置と実際のレンズ形状や配列等の構成に工夫をしつつ、一部に非球面を導入することによって、全長が極めて短く、かつ、収差の良好な変倍レンズを可能にしたものである。この変倍レンズは、構成枚数が10枚で、変倍比は8倍、広角端のF値、画角はそれぞれ1.4、54°でありながらも、全長はフィルター類挿入時でも10.2f#程度と極めて短いものである。※

※【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1の広角端(W)、標準状態(S)、望遠端(T)におけるレンズ断面図である。

【図2】実施例2の図1と同様なレンズ断面図である。

【図3】実施例1の広角端(W)、標準状態(S)、望遠端(T)における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差、コマ収差(メリジオナル)を示す収差図である。

【図4】実施例2の図3と同様な収差図である。

【符号の説明】

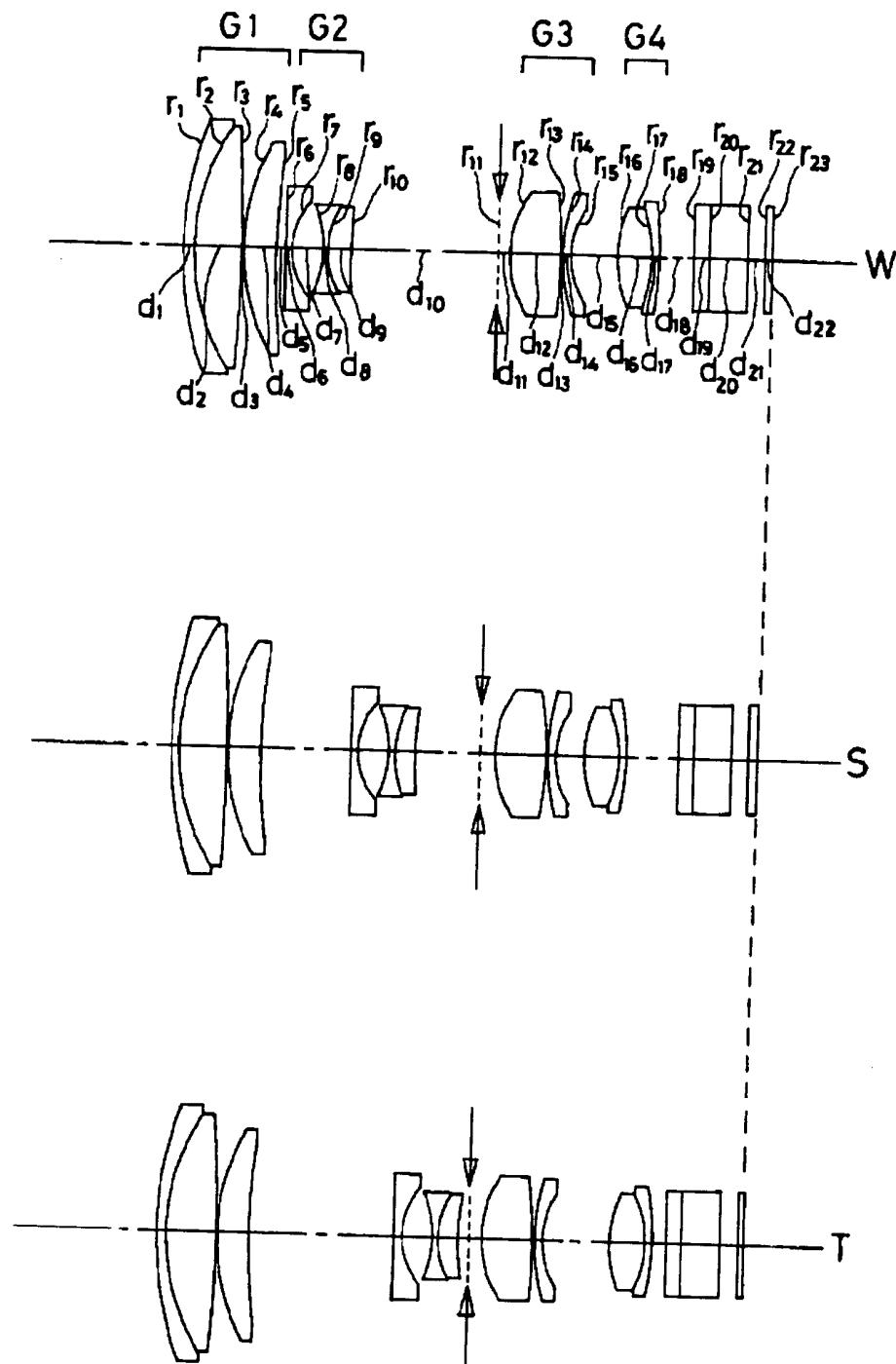
G1…第1群

G2…第2群

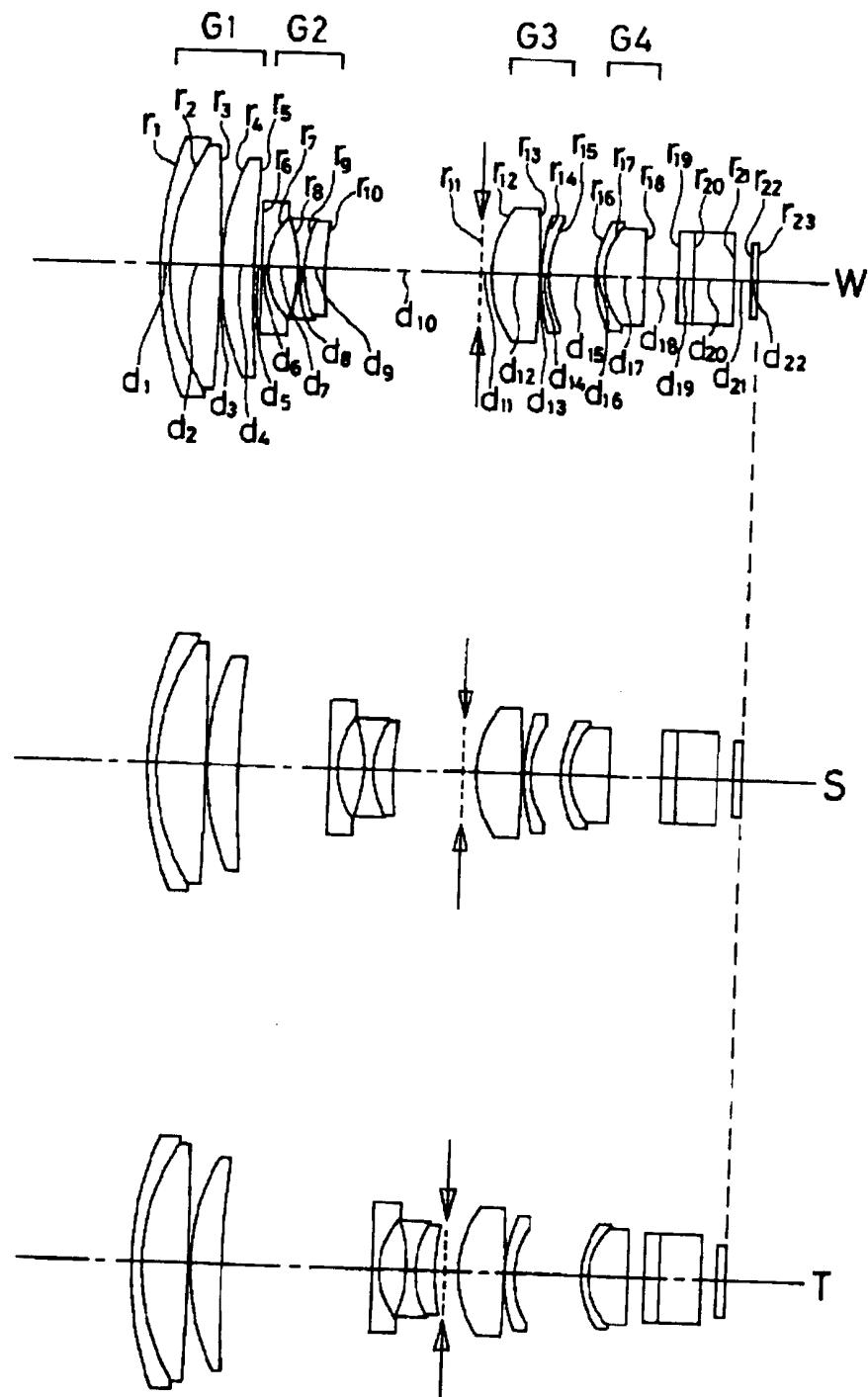
G3…第3群

G4…第4群

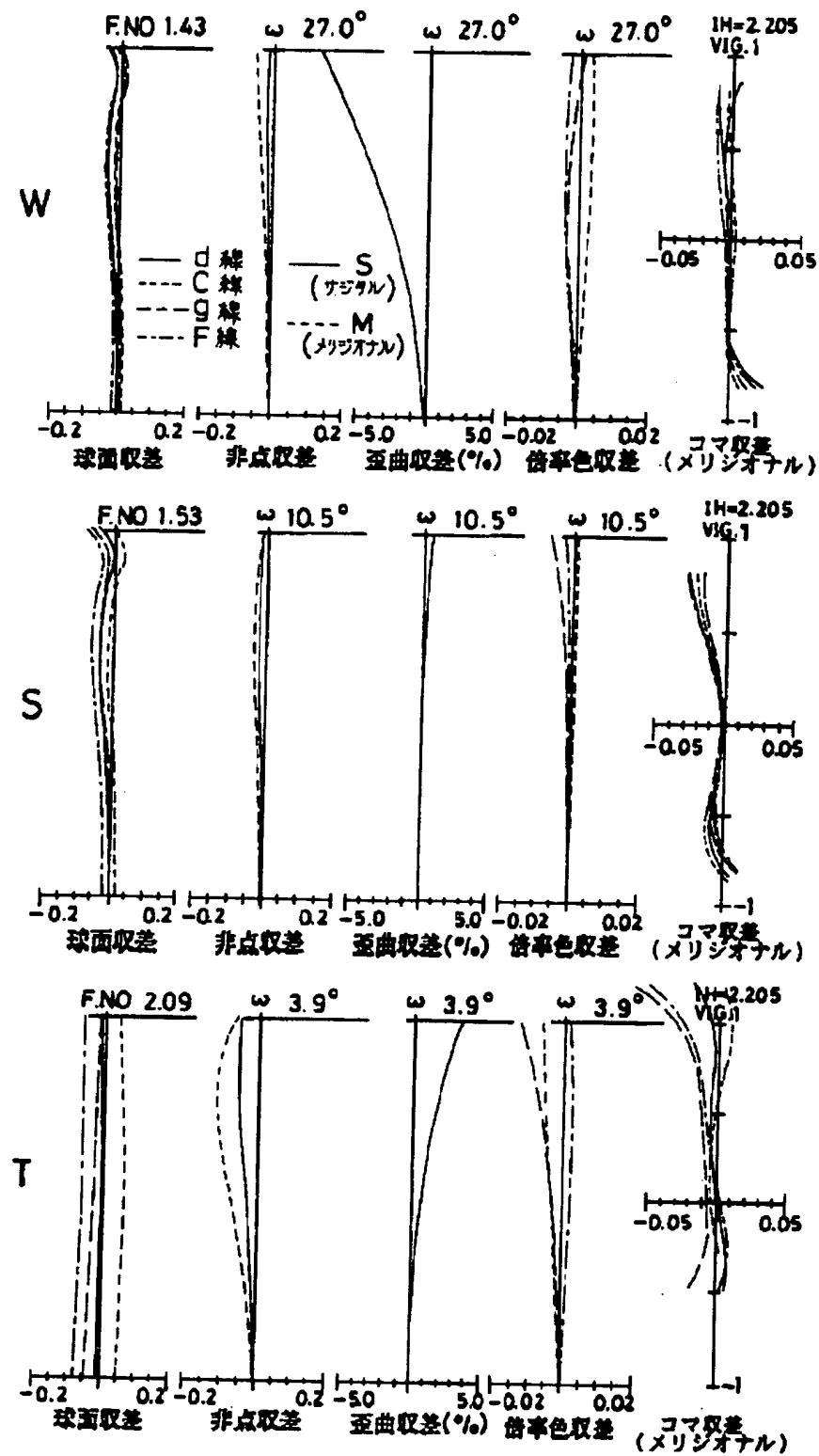
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

